

544,125

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

Rec'd PCT/

02 AUG 2005

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

10/544125

(43) 国際公開日  
2004 年 8 月 19 日 (19.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/070185 A1(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F02D 45/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000166

(22) 国際出願日: 2004 年 1 月 13 日 (13.01.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-028113 2003 年 2 月 5 日 (05.02.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [/]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 不破 直秀 (FUWA,

Naohide) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).

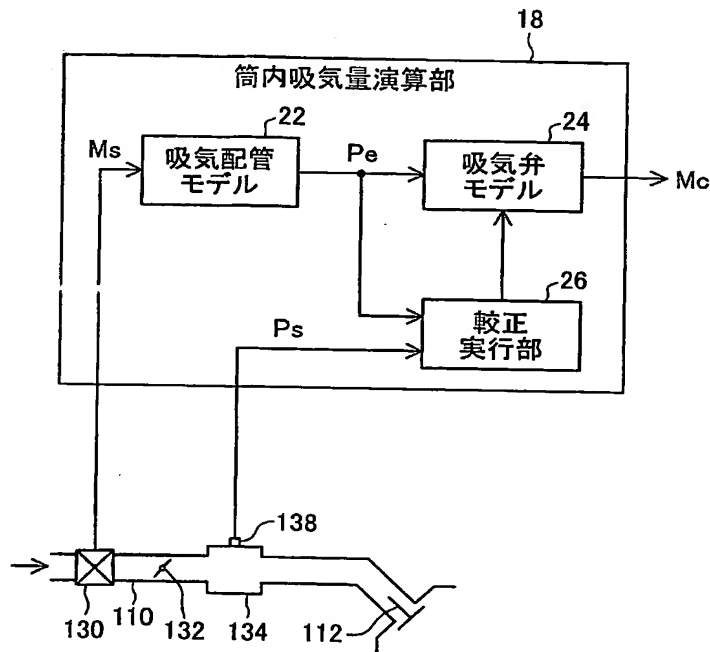
(74) 代理人: 特許業務法人 明成国際特許事務所 (TOKKYO GYOMUHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 1 8 番 1 9 号三井住友銀行名古屋ビル 7 階 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/続葉有/

(54) Title: CALCULATION OF AIR CHARGE AMOUNT IN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関における充填空気量演算



(57) Abstract: In calculation models (22, 24) for an in-cylinder air charge amount, an estimated air intake pressure ( $P_e$ ) is obtained based on an air intake flow rate ( $M_s$ ), and an air charge amount ( $M_c$ ) is obtained from the estimated air intake pressure ( $P_e$ ). A correction execution portion (26) corrects, while a vehicle is traveling, the calculation models based on the relationship between the estimated air intake pressure ( $P_e$ ) and a measured air intake pressure ( $P_s$ ).

(57) 要約: 筒内空気充填量の演算モデル 22, 24 は、吸気流量  $M_s$  に基づいて推定吸気圧  $P_e$  を求め、この推定吸気圧  $P_e$  から充填空気量  $M_c$  を求めるモデルである。校正実行部 26 は、車両の運行中において、推定吸気圧  $P_e$  と実測吸気圧  $P_s$  との関係に基づいてこの演算モデルを校正する。

18...IN-CYLINDER AIR INTAKE AMOUNT  
CALCULATION PORTION  
22...SUCTION PIPING MODEL  
24...SUCTION VALVE MODEL  
26...CORRECTION EXECUTION PORTION

WO 2004/070185 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 内燃機関における充填空気量演算

## 技術分野

- 5 本発明は、車両に搭載された内燃機関における充填空気量の演算技術に関する。

## 背景技術

内燃機関の充填空気量を決定する方法としては、主として以下の2つの方法が利用されている。第1の方法は、吸気経路に設けられた流量センサ（「エアフロー  
10 メータ」と呼ばれる）で測定された吸気流量を用いる方法である。第2の方法は、吸気経路に設けられた圧力センサで測定された圧力を用いる方法である。また、流量センサと圧力センサの両方を利用して充填空気量をより精度良く求める方法も提案されている（特開2001-50090号公報）

しかし、流量センサや圧力センサなどの測定器は、個々の測定器毎にその特性  
15 がかなり異なる場合がある。また、流量センサまたは圧力センサの測定値から充填空気量を算出する際の精度も、内燃機関の構成要素の個体差による影響を受ける。さらに、内燃機関の使用開始時には正確に充填空気量を算出できていた場合にも、経年的な変化によって充填空気量の計算精度が低下してしまう場合がある。このように、従来は、内燃機関の充填空気量を必ずしも精度良く算出できない場  
20 合があった。

## 発明の開示

本発明は、従来よりも精度良く内燃機関の充填空気量を求めるための技術を提供することを目的とする。

25 本発明の一形態による制御装置は、車両に搭載された内燃機関の制御装置であって、前記内燃機関の燃焼室に接続された吸気経路における新気の流量を測定す

るための流量センサと、前記流量センサの測定値及び前記吸気経路内の圧力をパラメータとして含む演算モデルに従って前記燃焼室への充填空気量を演算する充填空気量演算部と、前記吸気経路内の圧力を測定する圧力センサと、

- 5 前記流量センサの測定値と前記圧力センサの測定値とに基づいて前記演算モデルを校正する校正実行部と、を備える。

この装置によれば、流量センサと圧力センサの測定値に基づいて演算モデルの校正を行うので、内燃機関の構成要素の個体差や、経年変化による誤差を補償することができる。この結果、従来よりも精度良く充填空気量を求めることが可能である。

- 10 なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、内燃機関の制御装置または方法、充填空気量の演算装置または方法、それらの装置を備えたエンジンや車両、それらの装置または方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、等の態様で実現することができる。

15

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、実施例としての制御装置の構成を示す概念図である。

図 2 は、可変動弁機構 1 1 4 による吸気弁 1 1 2 の開弁／閉弁タイミングの調整の様子を示す図である。

- 20 図 3 は、筒内充填空気量演算部 1 8 の構成を示すブロック図である。

図 4 は、吸気配管モデル 2 2 と吸気弁モデル 2 4 の一例を示す説明図である。

図 5 は、第 1 実施例におけるモデルの校正手順を示すフローチャートである。

図 6 は、ステップ S 4, S 5 における校正処理の一例を示す説明図である。

図 7 は、第 2 実施例におけるモデルの校正手順を示すフローチャートである。

- 25 図 8 は、エアフローメータ 1 3 0 による実測吸気流量  $M_s$  の誤差に起因する推定吸気圧  $P_e$  の算出誤差を示す説明図である。

### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態について、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 装置構成：

5 B. 演算モデル較正の第1実施例：

C. 演算モデル較正の第2実施例：

D. 変形例：

A. 装置構成：

10 図1は、本発明の一実施例としての制御装置の構成を示している。この制御装置は、車両に搭載されたガソリンエンジン100を制御する装置として構成されている。エンジン100は、空気（新気）を燃焼室に供給するための吸気管110と、燃焼室から排気を外部に排出するための排気管120とを備えている。燃焼室には、燃料を燃焼室内に噴射する燃料噴射弁101と、燃焼室内の混合気を  
15 着火させるための点火プラグ102と、吸気弁112と、排気弁122とが設けられている。

吸気管110には、上流側から順に、吸気流量を測定するためのエアフローメータ130（流量センサ）と、吸気流量を調整するためのスロットル弁132と、サージタンク134とが設けられている。サージタンク134には、温度センサ  
20 136（吸気温センサ）と、圧力センサ138（吸気圧センサ）とが設けられている。サージタンク134の下流側の吸気経路は、複数の燃焼室に接続された多数の分岐管に別れているが、図1では簡略化されて1本の分岐管のみが描かれている。排気管120には、空燃比センサ126と、排気中の有害成分を除去するための触媒128とが設けられている。なお、エアフローメータ130や圧力センサ138は、他の位置に設けることも可能である。また、本実施例では、燃料  
25 を直接燃焼室内に噴射しているが、吸気管110に燃料を噴射するようにしても

よい。

エンジン１００の吸気動作と排気動作は、吸気弁１１２と排気弁１２２の開閉状態によって切り換えられる。吸気弁１１２と排気弁１２２には、その開閉タイミングを調整するための可変動弁機構１１４、１２４がそれぞれ設けられている。

- 5 これらの可変動弁機構１１４、１２４は、開弁期間の大きさ（いわゆる作用角）と、開弁期間の位置（「開弁期間の位相」あるいは「ＶＶＴ（Variable Valve Timing）位置」とも呼ぶ）とを変更である。このような可変動弁機構としては、例えば本出願人により開示された特開２００１－２６３０１５号公報に記載されたものを利用することができる。あるいは、電磁弁を用いて作用角と位相とを変更可能な
- 10 可変動弁機構を利用することも可能である。

- エンジン１００の運転は、制御ユニット１０によって制御される。制御ユニット１０は、内部にＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭを備えるマイクロコンピュータとして構成されている。この制御ユニット１０には、種々のセンサからの信号が供給されている。これらのセンサには、上述したセンサ１３６、１３８、１２６の他に、
- 15 ノックセンサ１０４と、エンジン水温を検出する水温センサ１０６と、エンジン回転数を検出する回転数センサ１０８と、アクセルセンサ１０９と、が含まれている。

- 制御ユニット１０の図示しないメモリには、吸気弁１１２の開弁期間の位相（すなわちＶＶＴ位置）を設定するためのＶＶＴマップ１２と、吸気弁１１２の作用角を設定するための作用角マップ１４とが記憶されている。これらのマップは、
- 20 エンジン１００の回転数や負荷、エンジン水温などに応じて可変動弁機構１１４、１２４や点火プラグ１０２の動作状態を設定するために使用される。制御ユニット１０のメモリには、さらに、燃料噴射弁１０１による燃焼室内への燃料供給量を制御するための燃料供給制御部１６と、燃焼室内に流入する空気量を算出する
- 25 ための筒内充填空気量演算部１８の機能を実行するプログラムが格納されている。

図２は、可変動弁機構１１４による吸気弁１１２の開弁／閉弁タイミングの調

整の様子を示している。本実施例の可変動弁機構 1 1 4 では、開弁期間の大きさ（作用角） $\theta$  は、弁軸のリフト量を変えることによって調整される。また、開弁期間の位相（開弁期間の中心） $\phi$  は、可変動弁機構 1 1 4 が有する V V T 機構（可変バルブタイミング機構）を用いて調整される。なお、この可変動弁機構 1 1 4

5 は、吸気弁 1 1 2 の作用角と、開弁期間の位相とを独立に変更可能である。従って、エンジン 1 0 0 の運転状態に応じて、吸気弁 1 1 2 の作用角と、開弁期間の位相とがそれぞれ好ましい状態に設定される。排気弁 1 2 2 用の可変動弁機構 1 2 4 も、これと同じ特性を有している。

#### 10 B. 演算モデル校正の第 1 実施例：

図 3 は、筒内充填空気量演算部 1 8 の構成を示すブロック図である。筒内充填空気量演算部 1 8 は、吸気配管モデル 2 2 と、吸気弁モデル 2 4 と、校正実行部 2 6 とを含んでいる。吸気配管モデル 2 2 は、エアフローメータ 1 3 0 の出力信号  $M_s$  に基づいて、サージタンク 1 3 4 における吸気圧の推定値  $P_e$ （以下、「推定吸気圧」と呼ぶ）を求めるためのモデルである。吸気弁モデル 2 4 は、この推定吸気圧  $P_e$  に基づいて、筒内充填空気量  $M_c$  を求めるためのモデルである。こ

15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000

ここで、「筒内充填空気量  $M_c$ 」とは、燃焼室の 1 回の燃焼サイクルにおいて燃焼室内に導入される空気量を意味している。校正実行部 2 6 は、圧力センサ 1 3 8 で測定された吸気圧  $P_s$ （「実測吸気圧」と呼ぶ）と、吸気配管モデル 2 2 で得られた推定吸気圧  $P_e$  とに基づいて、吸気弁モデル 2 4 の校正を実行する。

図 4 は、吸気配管モデル 2 2 と吸気弁モデル 2 4 の一例を示している。この吸気配管モデル 2 2 は、吸気流量  $M_s$  の他に、前回計算時の筒内充填空気量  $M_{c\#}$ （後述する）と、吸気温度  $T_s$  とを入力として、推定吸気圧  $P_e$  を求めている。吸気配管モデルは、例えば次の（1）式で表すことができる。

$$2. \quad \frac{dP_e}{dt} = \frac{RT_s}{V} (M_s - M_c) \quad \dots (1)$$

ここで、 $P_e$ は推定吸気圧、 $t$ は時間、 $R$ は気体定数、 $T_s$ は吸気温度、 $V$ はエアフローメータ130以降の吸気管110の全容積、 $M_s$ はエアフローメータ130で測定された吸気流量(モル/秒)、 $M_c$ は筒内充填空気量を単位時間当たりの流量(モル/秒)に換算した値である。(1)式を積分すると、推定吸気圧 $P_e$ は(2)式で与えられる。

$$\begin{aligned} P_e &= \int dP_e \\ &= \int \frac{RT_s}{V} (M_s - M_c) dt \\ &= k \frac{RT_s}{V} (M_s - M_c^{\#}) \Delta t + P_c^{\#} \quad \dots (2) \end{aligned}$$

ここで、 $k$ は定数、 $\Delta t$ は(2)式による計算を実行する周期、 $M_c^{\#}$ は前回計算時の筒内吸気流入量、 $P_c^{\#}$ は前回計算時の推定吸気圧である。(2)式の右辺の値はそれぞれ既知なので、(2)式に従って推定吸気圧 $P_e$ を一定の時間 $\Delta t$ 毎に算出することができる。

なお、吸気温度 $T_s$ は吸気管110に設けられた温度センサ136(図1)で実測することが好ましいが、外気温を測定する他の温度センサの測定値を、吸気温度 $T_s$ として使用してもよい。

吸気弁モデル24は、推定吸気圧 $P_e$ と充填効率 $\eta_c$ との関係を示すマップを有している。すなわち、吸気配管モデル22から与えられた推定吸気圧 $P_e$ を吸気弁モデル24に入力すると、充填効率 $\eta_c$ を得ることができる。よく知られているように、充填効率 $\eta_c$ は(3)式に従っており、筒内充填空気量 $M_c$ に比例する。

$$M_c = k_c \cdot \eta_c \quad \dots (3)$$

ここで、 $k_c$ は定数である。推定吸気圧 $P_e$ と充填効率 $\eta_c$ との関係を示すマップは、運転条件( $N_{en}$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ )に応じて複数枚用意されており、運転条件に応じた適切なマップが選択されて使用される。この実施例では、吸気弁モデル24



で使用する運転条件は、エンジン回転数  $N_{en}$  と、吸気弁 1 1 2 の作用角  $\theta$  および位相  $\phi$  (図 2) と、の 3 つの運転パラメータで規定されている。

図 4 (B) は、作用角  $\theta$  をパラメータとした吸気弁モデル 2 4 のマップの一例を示している。ここでは、作用角  $\theta$  毎に、推定吸気圧  $P_e$  と充填効率  $\eta_c$  との関係が設定されている。このようなマップを用いることによって、推定吸気圧  $P_e$  から充填効率  $\eta_c$  を求めることができる。

なお、吸気弁モデル 2 4 において、充填効率  $\eta_c$  はパラメータ  $P_e$ ,  $N_{en}$ ,  $\theta$ ,  $\phi$  に依存するので、この充填効率  $\eta_c$  は、次の (4) 式で示すようにこれらのパラメータの関数である。

$$\eta_c = \eta_c(P_e, N_{en}, \theta, \phi) \quad \dots (4)$$

筒内充填空気量  $M_c$  は、例えば以下の (5) 式で書き表すことができる。

$$M_c = k_c \cdot \eta_c = \frac{T_s}{T_c} (k_a \cdot P_e - k_b) \quad \dots (5)$$

ここで、 $T_s$  は吸気温度、 $T_c$  は筒内ガス温度、 $k_a$ ,  $k_b$  は係数である。これらの係数  $k_a$ ,  $k_b$  は、運転条件 ( $N_{en}$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ ) に応じてそれぞれ適した値に設定される。(5) 式を用いる場合には、吸気温度  $T_s$  や筒内ガス温度  $T_c$  の測定値または推定値と、運転条件に応じて決定されるパラメータ  $k_a$ ,  $k_b$  とを用いて、推定吸気圧  $P_e$  から充填効率  $\eta_c$  を算出することが可能である。

筒内充填空気量  $M_c$  は、上記 (2) 式と (5) 式を用いて演算することが可能である。この場合には、まず、(2) 式の吸気配管モデル 2 2 に従って推定吸気圧  $P_e$  を算出する。この際、前回計算時において (5) 式の吸気弁モデル 2 4 に従って得られた筒内充填空気量  $M_{c\#}$  の値が利用される。そして、この推定吸気圧  $P_e$  を用いて、(5) 式の吸気弁モデル 2 4 に従って今回の筒内充填空気量  $M_c$  (または充填効率  $\eta_c$ ) が算出される。

上記の説明から理解できるように、本実施例の演算モデルでは、吸気配管モデ

ル 2 2 による推定吸気圧  $P_e$  の演算は、吸気弁モデル 2 4 による演算結果  $M_{c\#}$  を利用している。従って、吸気弁モデル 2 4 に誤差が発生していると、推定吸気圧  $P_e$  の値にも誤差が生じることになる。

ところで、吸気弁モデル 2 4 は、可変動弁機構を有する吸気弁を利用する場合  
5 には、経年的に変化する可能性が高い。この理由の 1 つは、吸気弁の弁体と燃焼室の吸気口との間の隙間にデポジットが付着し、この結果、弁開度と流路抵抗との関係が変わってしまうことにある。このような弁位置における流路抵抗の経年変化は、特に作用角  $\theta$  (図 2) が小さい運転状態において影響が大きい。一方、可変動弁機構を備えていない通常の吸排気弁 (オン/オフ動作のみを行う弁) で  
10 は、作用角  $\theta$  が変更できないので、このような問題は少ない。従って、弁位置における流路抵抗の経年変化は、可変動弁機構においてより大きな問題となる。

また、作用角  $\theta$  を変更可能な可変動弁機構の中には、図 2 に例示したようにリフト量の変更に応じて作用角  $\theta$  が変更される第 1 のタイプと、リフト量の最大値が一定に維持されて作用角  $\theta$  のみが変わる第 2 のタイプとが存在する。弁位置  
15 における流路抵抗の経年変化は、特にこの第 1 のタイプの可変動弁機構において特に顕著である。

このように、エンジンの吸気系の経年変化によって、吸気配管モデル 2 2 や吸気弁モデル 2 4 に誤差を生じる場合がある。また、エンジンの個体差や、センサ  
1 3 0, 1 3 8 の個体差によっても吸気配管モデル 2 2 や吸気弁モデル 2 4 に誤  
20 差が生じる場合がある。そこで、本実施例では、これらのモデル 2 2, 2 4 を車両の運転中に較正することによって、その誤差を補償している。

図 5 は、第 1 実施例において筒内充填空気量  $M_c$  の演算モデルの較正を実行するルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、所定の時間毎に繰り返し実行される。

25 ステップ S 1 では、較正実行部 2 6 が、エンジン 1 0 0 の運転が定常状態にあるか否かを判断する。ここで、「定常状態」とは、エンジン 1 0 0 の回転数と負荷

(トルク) とがそれぞれほぼ一定であることを意味する。具体的には、所定の時間間隔 (例えば約 3 秒) の間に、エンジンの回転数と負荷とがそれらの平均値の  $\pm 5\%$  の範囲に収まっている場合に、「定常状態」にあると判定することができる。

定常状態に無い場合には図 5 のルーチンを終了し、一方、定常状態にある場合  
5 にはステップ S 2 以降の較正処理を実行する。ステップ S 2 では、エアフローメータ 130 で測定された吸気流量  $M_s$  (図 3) に基づいて吸気配管モデル 22 に従って推定吸気圧  $P_e$  を求め、これと、圧力センサ 138 で測定された実測吸気圧  $P_s$  とを比較する。そして、推定吸気圧  $P_e$  が実測吸気圧  $P_s$  未満の場合にはステップ S 4 の較正処理を実行し、推定吸気圧  $P_e$  が実測吸気圧  $P_s$  を越える場  
10 合にはステップ S 5 の較正処理を実行する。

図 6 は、ステップ S 4, S 5 における較正処理の一例を示す説明図である。この図は吸気弁モデル 24 の特性を示しており、横軸は吸気圧  $P_e$ 、縦軸は充填効率  $\eta_c$  である。較正処理が行われる場合には、エンジン 100 は定常状態にあるので、エアフローメータ 130 によって測定された吸気流量  $M_s$  は、筒内充填空気量  $M_c$  に比例する。そこで、充填効率  $\eta_c$  の値は、エアフローメータ 130 で  
15 得られた吸気流量  $M_s$  を所定の定数で除算することによって得ることができる。推定吸気圧  $P_e$  を上記 (2) 式で求めるときには、この充填効率  $\eta_c$  ( $=M_c / k_c$ ) を用いるので、吸気弁モデル 24 における推定吸気圧  $P_e$  と充填効率  $\eta_c$  との関係は、補正前の初期特性 (実線で示す) 上にある。しかし、実測吸気圧  $P_s$   
20 は、この推定吸気圧  $P_e$  と一致しない場合がある。そこで、ステップ S 4, S 5 では、推定吸気圧  $P_e$  が実測吸気圧  $P_s$  と一致するように、吸気弁モデル 24 の特性を補正している。具体的には、図 6 の例のように、推定吸気圧  $P_e$  が実測吸気圧  $P_s$  未満の場合には、ステップ S 4 において、推定吸気圧  $P_e$  を上昇させる方向に吸気弁モデル 24 を修正する。一方、推定吸気圧  $P_e$  が実測吸気圧  $P_s$  を  
25 越える場合には、ステップ S 5 において、推定吸気圧  $P_e$  を低下させる方向に吸気弁モデル 24 を修正する。なお、本実施例では、吸気弁モデル 24 は上記 (5)

式で表されるので、吸気弁モデル 24 の較正は、係数  $k_a$ 、 $k_b$  を修正することを意味している。

ステップ S6 では、こうして較正された吸気弁モデル 24 を、そのときの運転条件別に記憶する。具体的には、(5) 式の係数  $k_a$ 、 $k_b$  が、図 5 のルーチンを実行したときの運転条件に対応付けられて、制御ユニット 10 内の図示しない不揮発性メモリに格納される。これ以降は較正後のモデルが使用されるので、筒内充填空気量  $M_c$  をより精度良く求めることができる。また、車両の運転時には、エンジンの回転数や負荷が徐々に変化していることが多い。このような場合にも、較正後のモデル 22、24 を利用すれば、エアフローメータ 130 による実測吸気流量  $M_s$  に基づいて、筒内充填空気量  $M_c$  を正しく演算することが可能である。

なお、ある運転条件で行った筒内空気量演算モデルの較正内容を、これと近似する他の運転条件に対する係数  $k_a$ 、 $k_b$  に適用するようにしてもよい。例えば、筒内空気量演算モデル 22、24 の特性が、3 つの運転パラメータ（エンジン回転数  $N_{en}$ 、吸気弁の作用角  $\theta$ 、吸気弁の開弁期間の位相  $\phi$ ）で規定される運転条件に対応付けられているときに、各運転パラメータの  $\pm 10\%$  以内の範囲にある他の運転条件における筒内空気量演算モデルの特性を、同一またはほぼ同一の補正量だけ較正しても良い。こうすれば、近似した他の運転条件における筒内空気量演算モデルを適切に較正することが可能である。

以上のように、第 1 実施例では、車両の運転中においてエンジンがほぼ定常運転状態にあるときに、推定吸気圧  $P_e$  と実測吸気圧  $P_s$  との比較に基づいて筒内充填空気量演算モデルを較正するようにしたので、エンジンやセンサなどの構成部品の個体差や、弁位置における流路抵抗の経年変化などに起因する誤差を補償することができる。この結果、各車両毎に、筒内充填空気量の測定精度を向上させることが可能である。

C. 演算モデル較正の第 2 実施例：

図7は、第2実施例において筒内充填空気量 $M_c$ の演算モデルの較正を実行するルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、図5に示した第1実施例のルーチンのステップS1とステップS2との間にステップS10を追加したものである。

- 5      ステップS10では、エアフローメータ130で測定される吸気流量 $M_s$ が補正される。具体的には、定常運転状態において、空燃比センサ126（図1）で測定された空燃比と、燃料噴射弁101による燃料噴射量と、エアフローメータ130で測定された吸気流量 $M_s$ （= $M_c$ ）とが整合するように、エアフローメータ130が較正される。ステップS2以降の処理では、こうして補正されたエアフローメータ130による実測吸気流量 $M_s$ を用いて、第1実施例と同様に、筒内充填空気量モデルの較正が実行される。

- 図8は、エアフローメータ130による実測吸気流量 $M_s$ の誤差に起因する推定吸気圧 $P_e$ の算出誤差を示している。ここでは、エンジンは定常運転状態にあると仮定しているので、エアフローメータ130での実測吸気流量 $M_s$ は、筒内充填空気量 $M_c$ （すなわち充填効率 $\eta_c$ ）に比例する。図3、図4で説明したように、吸気配管モデル22で得られる推定吸気圧 $P_e$ は、この実測吸気流量 $M_s$ に基づいて決定される。従って、実測吸気流量 $M_s$ が真の値からずれていると、推定吸気圧 $P_e$ に誤差（ずれ）が生じる。この推定吸気圧 $P_e$ のずれは、通常運転時における筒内充填空気量 $M_c$ の演算誤差を生じさせる。そこで、第2実施例では、筒内充填空気量 $M_c$ の演算モデルを較正する前に、正確な吸気流量 $M_s$ が得られるようにエアフローメータ130を較正している。この結果、筒内充填空気量 $M_c$ をより精度良く演算することが可能である。

- 25      なお、エアフローメータ130（一般には吸気流量センサ）の較正は、空燃比センサ126以外のセンサの出力に基づいて行ってもよい。例えば、トルクセンサ（図示せず）で測定されたトルクに基づいて吸気流量センサの較正を行ってもよい。

## D. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば

5 ば次のような変形も可能である。

## D 1. 変形例：1

上記各実施例で利用した筒内充填空気量モデルの式（１）～（５）は単なる一例であり、これ以外の種々のモデルを採用することが可能である。また、筒内充填空気量モデルに対応付けられる運転条件を規定する運転パラメータとしては、

10 上述した３つのパラメータ（エンジン回転数  $N_{en}$ 、吸気弁の作用角  $\theta$ 、吸気弁の開弁期間の位相  $\phi$ ）以外の他のパラメータを利用することも可能である。例えば、排気弁の作用角やその開弁期間の位相も、運転条件を運転パラメータとして利用することができる。

## D 2. 変形例：2

15 上記実施例では、エアフローメータ 130 の実測吸気流量  $M_s$  から、圧力センサ 138 で測定される吸気圧  $P_s$  の推定値  $P_e$  を求め、この推定値  $P_e$  から筒内充填空気量  $M_c$  を演算するモデルを用いていたが、これ以外の演算モデルを利用することも可能である。すなわち、筒内充填空気量の演算モデルとしては、流量センサで測定された流量以外のパラメータから吸気経路内の圧力を推定し、推定

20 された圧力と流量センサの測定値とをパラメータとして筒内充填空気量を演算するモデルを利用することができる。

また、上記実施例では、演算モデルの較正は、エアフローメータ 130 の実測吸気流量  $M_s$  から、圧力センサ 138 で測定される吸気圧  $P_s$  の予測値  $P_e$  を求め、これらの圧力  $P_s$ 、 $P_e$  に基づいて行っていたが、これ以外の方法で演算モデルを較正することも可能である。より一般的に言えば、吸気流量を測定するための流量センサの出力信号と、吸気配管の圧力を測定するための圧力センサの出

25

力信号とに基づいて、筒内充填空気量の演算モデルの較正を実行するものとしてもよい。このような演算モデルの較正は、エンジンがほぼ定常運転状態にあるときに行うことが好ましいが、一般には車両の運行中に行うことが可能である。

D 3. 変形例 : 3

- 5      本発明は、可変動弁機構を備えた内燃機関に限らず、開弁特性を変更できない内燃機関にも適用可能である。但し、第1実施例で説明したように、本発明は、特に、可変動弁機構を備えた内燃機関において特に効果が顕著である。

産業上の利用可能性

- 10      この発明は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの各種の内燃機関の制御装置に適用可能である。

## 請求の範囲

1. 車両に搭載された内燃機関の制御装置であって、

5 前記内燃機関の燃焼室に接続された吸気経路における新気の流量を測定するための流量センサと、

前記流量センサの測定値及び前記吸気経路内の圧力をパラメータとして含む演算モデルに従って前記燃焼室への充填空気量を演算する充填空気量演算部と、

前記吸気経路内の圧力を測定する圧力センサと、

10 前記流量センサの測定値と前記圧力センサの測定値とに基づいて前記演算モデルを校正する校正実行部と、  
を備える制御装置。

2. 請求項 1 記載の制御装置であって、

15 前記演算モデルは、前記流量センサの出力信号から前記吸気経路内の圧力を予測し、前記予測された圧力を利用して前記燃焼室への充填空気量を計算するモデルであり、

前記校正実行部は、前記予測された圧力と前記圧力センサで測定された圧力とが一致するように前記演算モデルの校正を実行する、制御装置。

20 3. 請求項 2 記載の制御装置であって、

前記内燃機関は、吸気弁の作用角を変更することによって前記吸気弁の位置における流路抵抗を変更可能な可変動弁機構を備えており、

前記演算モデルにおける前記吸気経路内の圧力と前記充填空気量との関係は、前記吸気弁の作用角を含む複数の運転パラメータで規定される運転条件に応じて

25 それぞれ設定されている、制御装置。



4. 請求項 3 記載の制御装置であって、

前記較正実行部は、前記演算モデルの較正を実行することによって、前記吸気弁の作用角の大きさと前記吸気弁位置での流路抵抗との関係に関して生じている誤差を補償する、制御装置。

5

5. 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の制御装置であって、さらに、

前記燃焼室内に流入する燃料の供給量を制御するための燃料供給制御部と、

前記燃焼室に接続された排気経路に設けられた空燃比センサと、

を備えており、

10

前記較正実行部は、前記空燃比センサで測定された空燃比と、前記燃料供給制御部で設定された燃料供給量と、前記流量センサの出力信号に応じて決定される前記充填空気量と、が互いに整合するように、前記測定された空燃比に応じて前記流量センサを較正することが可能であり、前記流量センサの較正の後に前記演算モデルの較正を実行する、制御装置。

15

6. 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の制御装置であって、

前記較正実行部は、前記内燃機関の回転数と負荷とがそれぞれほぼ一定である期間に前記較正を実行する、制御装置。

20

7. 車両に搭載された内燃機関の充填空気量を演算する方法であって、

(a) 前記内燃機関の燃焼室に接続された吸気経路における新気の流量を測定するための流量センサと、前記吸気経路内の圧力を測定するための圧力センサとを準備する工程と、

(b) 前記流量センサの測定値及び前記吸気経路内の圧力をパラメータとして含む演算モデルに従って前記燃焼室への充填空気量を演算する工程と、

25

(c) 前記流量センサの測定値と前記圧力センサの測定値とに基づいて前記演算

モデルを較正する工程と、  
を備える方法。

8. 請求項7記載の方法であって、

- 5 前記演算モデルは、前記流量センサの出力信号から前記吸気経路内の圧力を予測し、前記予測された圧力を利用して前記燃焼室への充填空気量を計算するモデルであり、

前記工程(c)は、前記予測された圧力と前記圧力センサで測定された圧力とが一致するように前記演算モデルの較正を実行する工程を含む、方法。

10

9. 請求項8記載の方法であって、

前記内燃機関は、吸気弁の作用角を変更することによって前記吸気弁の位置における流路抵抗を変更可能な可変動弁機構を備えており、

- 15 前記演算モデルにおける前記吸気経路内の圧力と前記充填空気量との関係は、  
前記吸気弁の作用角を含む複数の運転パラメータで規定される運転条件に応じてそれぞれ設定されている、方法。

10. 請求項9記載の方法であって、

- 20 前記工程(c)は、前記演算モデルの較正を実行することによって、前記吸気弁の作用角の大きさと前記吸気弁位置での流路抵抗との関係に関して生じている誤差を補償する、方法。

11. 請求項7ないし10のいずれかに記載の方法であって、

前記内燃機関は、さらに、

- 25 前記燃焼室内に流入する燃料の供給量を制御するための燃料供給制御部と、  
前記燃焼室に接続された排気経路に設けられた空燃比センサと、

を備えており、

前記工程（c）は、

前記空燃比センサで測定された空燃比と、前記燃料供給制御部で設定された燃料供給量と、前記流量センサの出力信号に応じて決定される前記充填空気量と、

- 5    が互いに整合するように、前記測定された空燃比に応じて前記流量センサを較正する工程と、

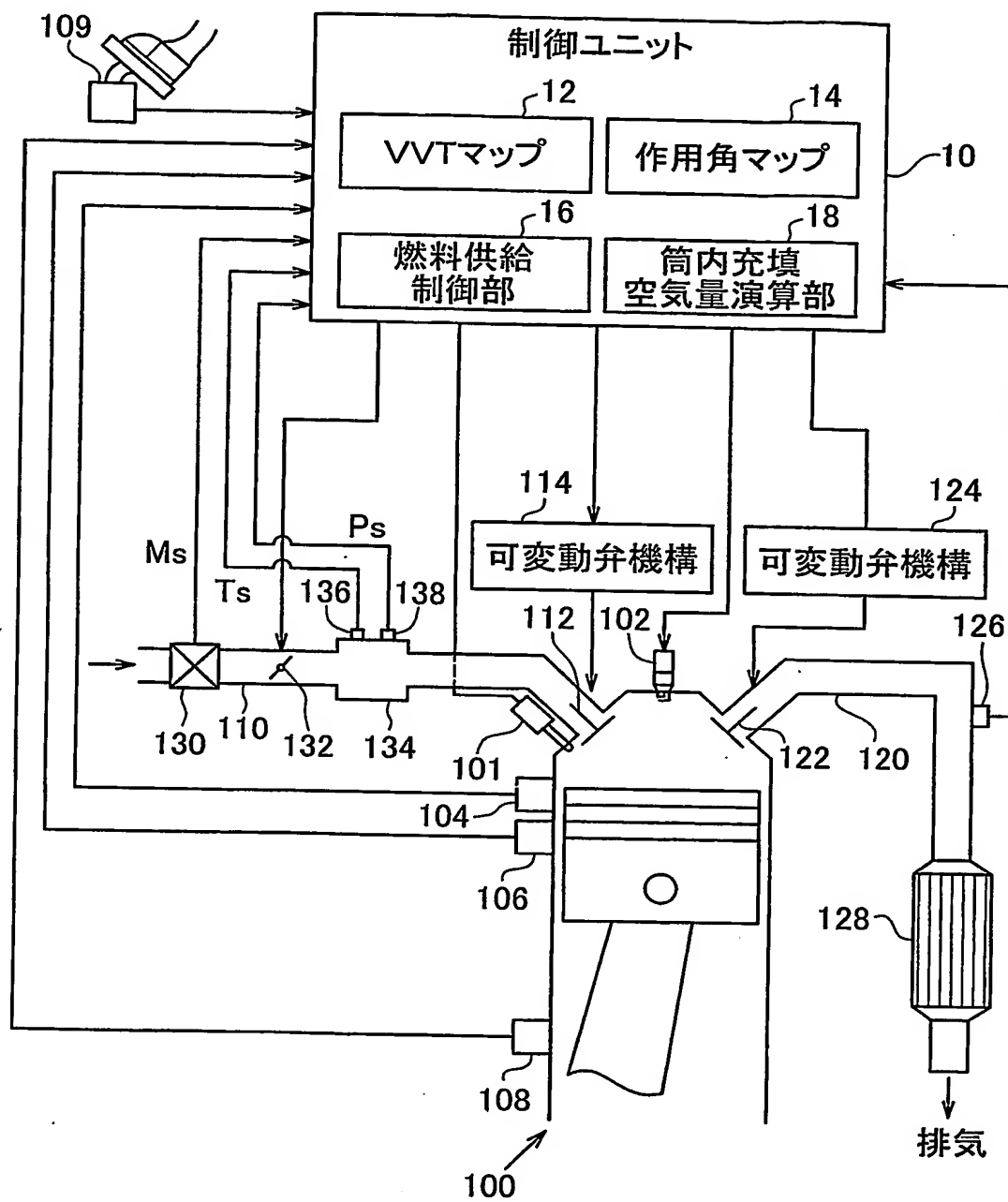
前記流量センサの較正の後に前記演算モデルの較正を実行する工程と、  
を含む、方法。

- 10    12. 請求項7ないし11のいずれかに記載の方法であって、

前記工程（c）における前記較正は、前記内燃機関の回転数と負荷とがそれぞれほぼ一定である期間に実行される、方法。

1/8

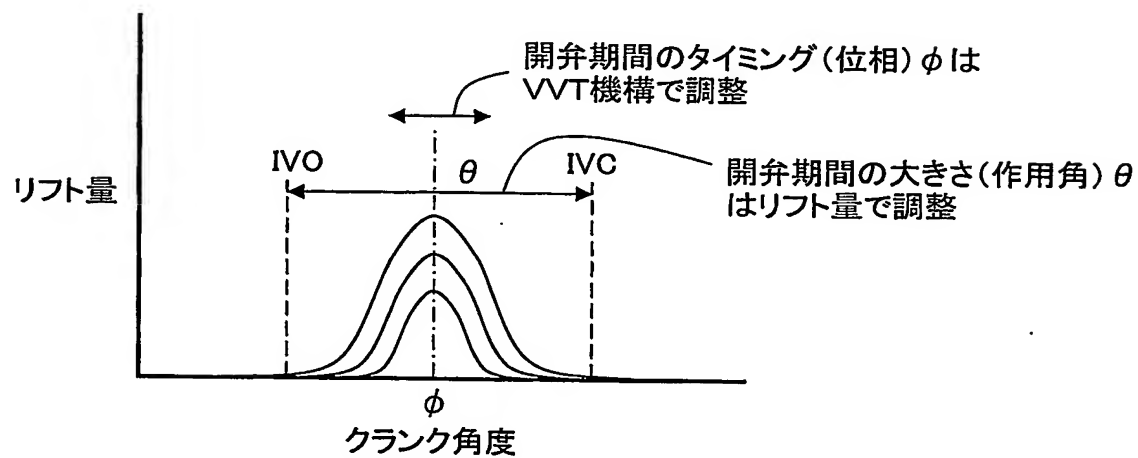
図 1



2/8

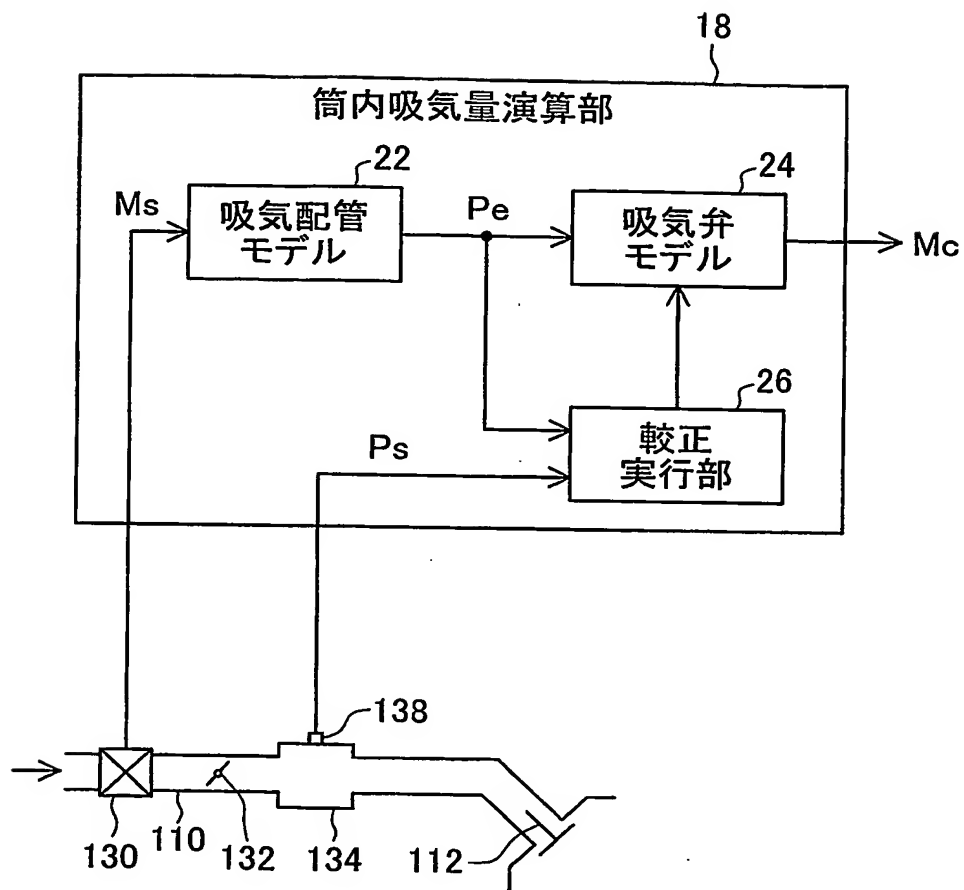
図 2

可変動弁機構による吸気弁の開弁／閉弁タイミング調整



3/8

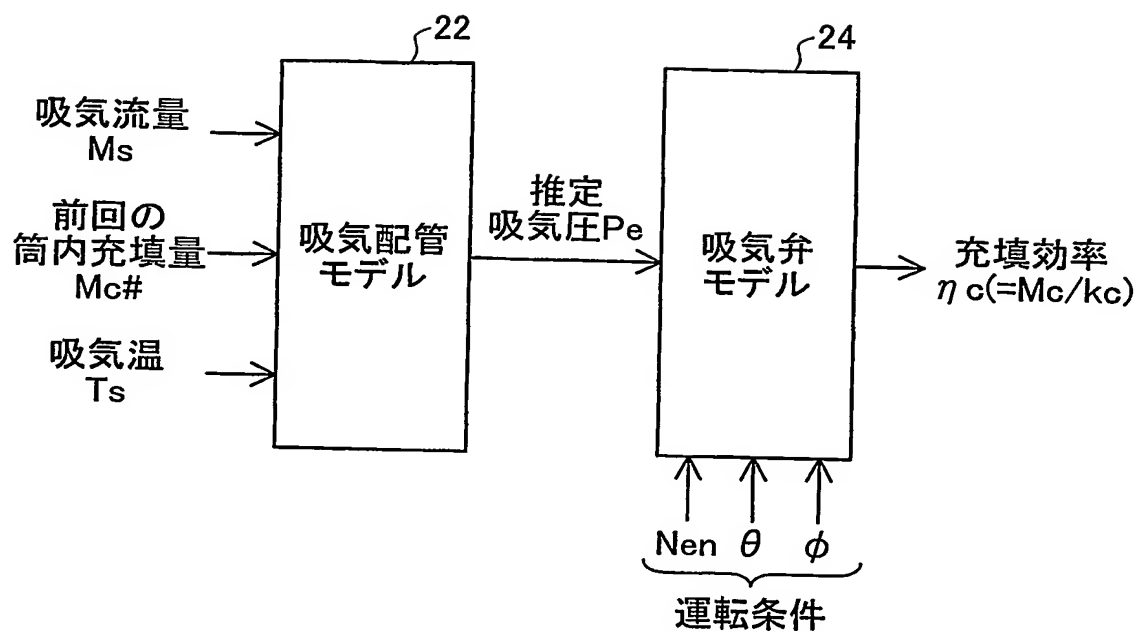
図 3



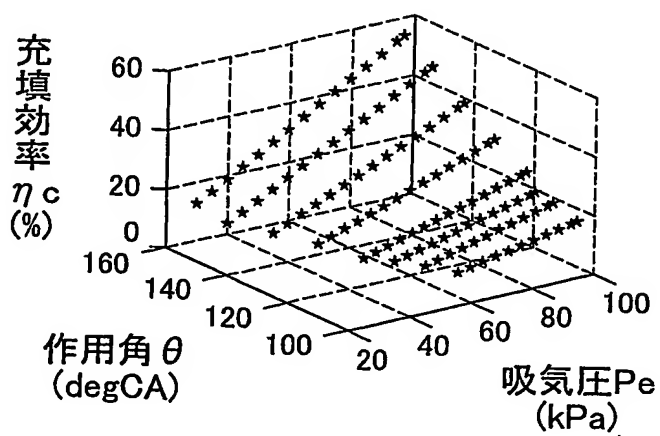
4/8

図 4

## (A) 演算モデルの例

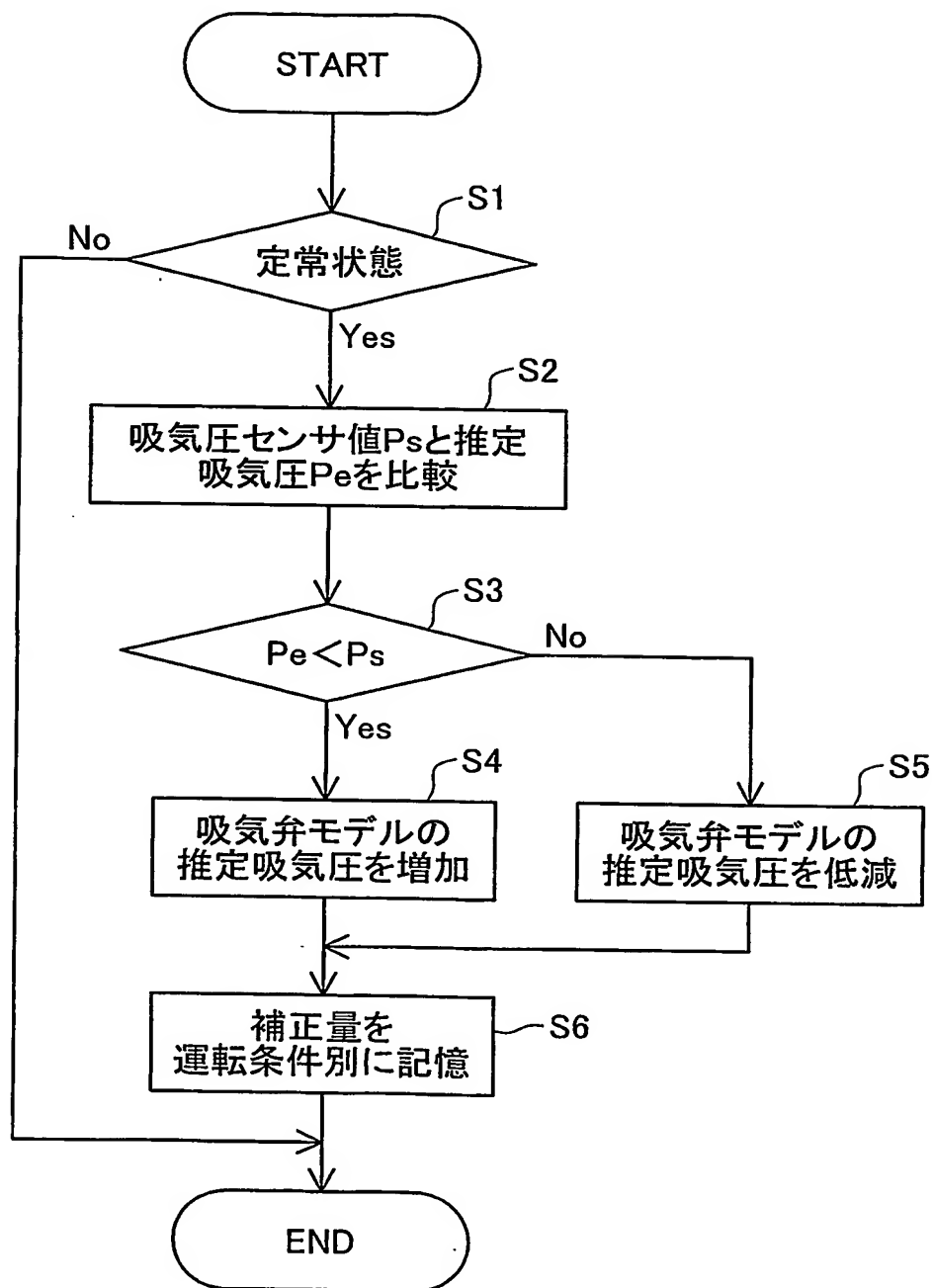


## (B) 吸気弁モデル



5/8

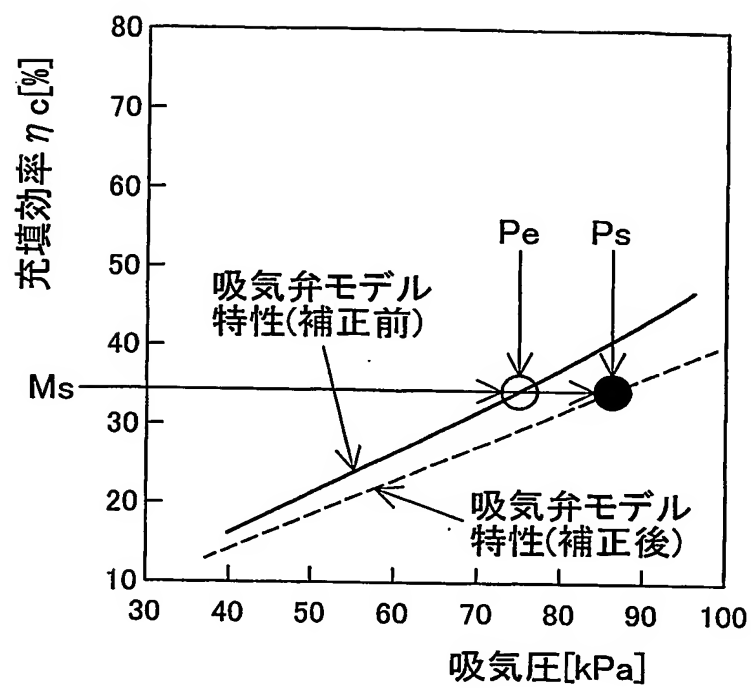
図 5





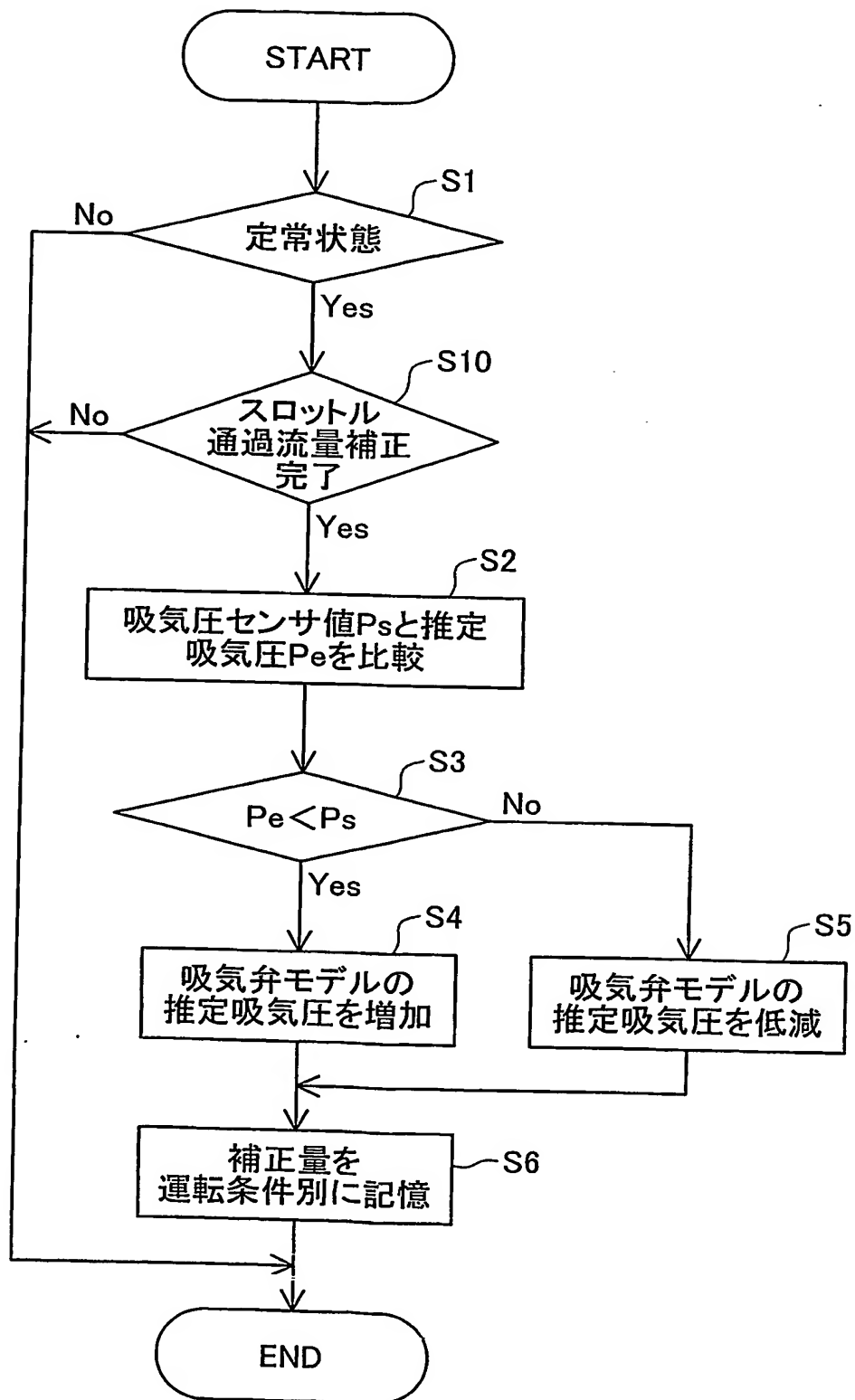
6/8

図 6



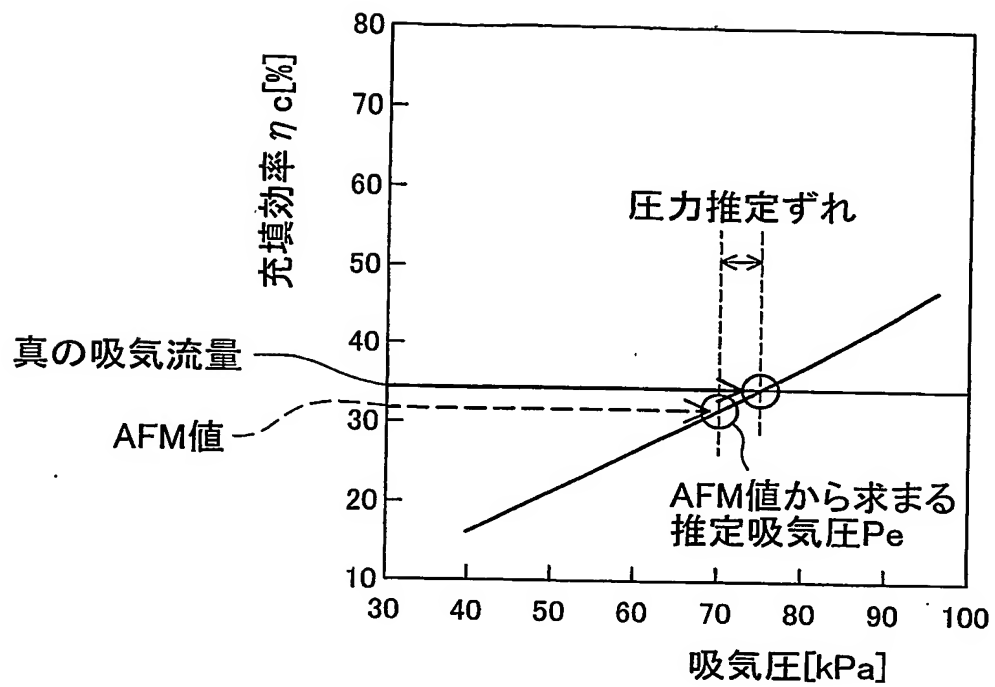
7/8

図 7



8/8

図 8



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/000166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-130042 A (Denso Corp.), 09 May, 2002 (09.05.02), Full text; all drawings & US 2002/0107630 A1	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
X A	JP 2002-309993 A (Denso Corp.); 23 October, 2002 (23.10.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06 April, 2004 (06.04.04)

Date of mailing of the international search report  
27 April, 2004 (27.04.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup>  
F02D45/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>7</sup>  
F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2002-130042 A (株式会社デンソー), 2002.05.09, 全文, 全図 & US 2002/0107630 A1	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
X A	JP 2002-309993 A (株式会社デンソー), 2002.10.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.04.2004

国際調査報告の発送日

27.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岩瀬 昌治

3G

9246

電話番号 03-3581-1101 内線 3355